

Электронная цифровая подпись

Лысов Николай  
Александрович



Бунькова Елена  
Борисовна



Утверждено Утверждено 31 мая 2018 г.  
протокол № 5

председатель Ученого Совета Лысов Н.А.

ученый секретарь Ученого Совета Бунькова Е.Б.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Дисциплина «Биоорганическая химия»  
по направлению подготовки 31.05.01 Лечебное дело (уровень специалитета)  
Направленность: Лечебное дело  
Форма обучения: очная  
Квалификация (степень) выпускника: Врач - лечебник  
Срок обучения: 6 лет**

### 1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю) «Биоорганическая химия»:

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (этапы формирования компетенций)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания
1	Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позицией органической химии.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
2	Пространственное строение органических соединений.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
3	Кислотность и основность органических соединений; теории Брендстеда и Льюиса. Классификация органических реакций.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
4	Реакции замещения и присоединения в рядах органических соединений.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
5	Реакции окисления и восстановления в рядах органических соединений.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
6	Поли- и	ОПК-7	Устный ответ,	Пятибалльная шкала оценивания

	гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств.		стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	
7	Альдегидо- и кетоникислоты. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
8	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с одним гетероатомом.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, устные реферативные сообщения	Пятибалльная шкала оценивания
9	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с несколькими гетероатомами.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
10	Аминокислоты. Пептиды. Белки.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
11	Углеводы.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания
12	Нуклеиновые кислоты.	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль,	Пятибалльная шкала оценивания

			решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	
13	Липиды	ОПК-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение	Пятибалльная шкала оценивания

**2. Текущий контроль успеваемости на занятиях семинарского типа** (семинары, практические занятия, клинические практические занятия, практикумы, лабораторные работы), **включая задания самостоятельной работы обучающихся, проводится в формах:**

- устный ответ (в соответствии с темой занятия в рабочей программе дисциплины и перечнем вопросов для самоконтроля при изучении разделов дисциплины);
- стандартизированный тестовый контроль;
- доклад/устное реферативное сообщение;
- решение ситуационных задач.
- иные формы контроля, определяемые преподавателем

**Выбор формы текущего контроля на каждом занятии осуществляет преподаватель. Формы текущего контроля на одном занятии у разных обучающихся могут быть различными. Конкретную форму текущего контроля у каждого обучающегося определяет преподаватель. Количество форм текущего контроля на каждом занятии может быть различным и определяется преподавателем в зависимости от целей и задач занятия.**

**2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **2.1.1. Стандартизированный тестовый контроль (по темам или разделам)**

1 семестр

Тема 1

1. Определите к какому классу веществ относится 2-метилбутанол-1:

- |              |           |
|--------------|-----------|
| 1) альдегиды | 3) спирты |
| 2) алканы    | 4) кетоны |

2. К какому классу веществ относятся соединения, содержащие карбоксильную группу:

- |                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 1) карбоновые кислоты | 3) спирты |
| 2) альдегиды          | 4) тиолы  |

3. К какому классу веществ относится бутадиен -1,3:

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1) алканы | 3) алкины    |
| 2) алкены | 4) алкадиены |

4. Какую функциональную группу содержит в своем составе этаналь:

- |        |          |
|--------|----------|
| 1) -ОН | 3) -СНО  |
| 2) -SH | 4) -COOH |

5. К какому классу веществ относится 2-гидроксиэтановая кислота:

- |                       |                |
|-----------------------|----------------|
| 1) карбоновые кислоты | 3) оксикислоты |
| 2) аминокислоты       | 4) оксокислоты |

6. Выберите гетерофункциональное соединение:

- |                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 1) аминокислотная кислота | 3) пропиламин   |
| 2) этанол                 | 4) ацетилхлорид |

7. К сложным эфирам относится:

1)этилацетат

2)диметиловый эфир

8. Выберите формулу простого эфира:

1)CH<sub>3</sub>-CHO

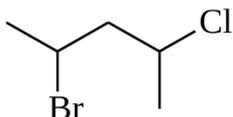
2)CH<sub>3</sub>-COOH

9.Вещества, содержащие тройную связь в молекуле относятся к:

1)алканам

2)алкинам

10) 1. Назовите по номенклатуре IUPAC соединение, формула которого:



1) 2-хлор-4-бромпентан;

2) 2-бром-4-хлорпентан;

3) 2-бром-4-хлорбутан;

4) 4-хлор-2-бромгексан;

5) 2-бром-4-хлоргексан.

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	4	3	3	1	1	3	2	1

## Тема 2

1. Выберите верные утверждения относительно конфигурационных изомеров:

1) конфигурация молекулы характеризует порядок расположения атомов в молекуле без учета различий, возникающих вследствие вращения вокруг  $\sigma$ -связей;

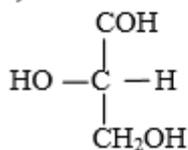
2) конфигурационные изомеры могут превращаться друг в друга только путем разрыва одних и образования других химических связей;

3) конфигурационные изомеры могут превращаться друг в друга путем поворота вокруг  $\sigma$ -связи;

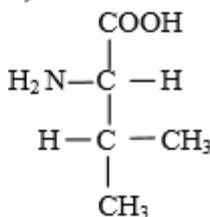
4) конфигурационные изомеры не могут превращаться друг в друга путем поворота вокруг  $\sigma$ -связи.

2. Укажите соединение, относящиеся к L-стереохимическому ряду:

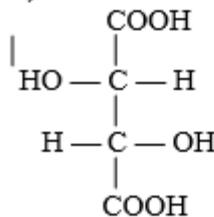
а)



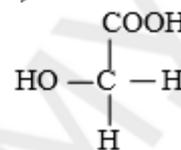
б)



в)

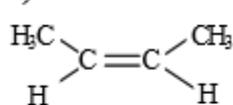


г)

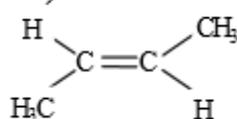


3. Выберите структуру транс-бутена-2:

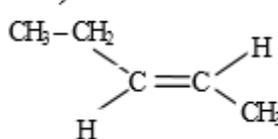
а)



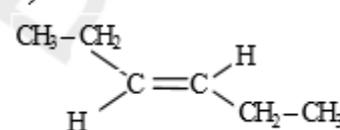
б)



в)



г)



4. Укажите формулу соединения с сопряжёнными двойными связями:

1) CH<sub>2</sub>=C=CH<sub>2</sub>;

2) CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>-CH=CH<sub>2</sub>;

3) CH<sub>2</sub>=CH-CH=CH-CH<sub>3</sub>;

- 4)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
5. При гетеролитическом разрыве ковалентной связи образуется:
- 1) два радикала;
  - 2) электрофил и нуклеофил;
  - 3) две электронейтральные частицы;
  - 4) положительно и отрицательно заряженные ионы.
6. Укажите соединения, имеющие два хиральных центра:
- 1) 2-амино-3-метилпентановая кислота;
  - 2) 2-амино-3-метилбутановая кислота;
  - 3) 2,3-дигидроксипентандиовая кислота;
  - 4) гидроксипентаналь.
7. Аминогруппа в этилаmine проявляет электронные эффекты:
- 1) + I;
  - 2) + I, + M;
  - 3) - I, + M;
  - 4) - I.
8. Электроноакцепторные свойства по отношению к бензольному ядру проявляют заместители:
- 1)  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ;
  - 2)  $-\text{CH}_2\text{NH}_2$ ;
  - 3)  $-\text{CHO}$ ;
  - 4)  $-\text{CH}_2\text{OH}$ .
9. Укажите механизм реакции, преимущественно реализующийся у алканов:
- 1) AN;
  - 2) SN;
  - 3) AE;
  - 4) SR.
10. При гомолитическом разрыве ковалентной связи образуются:
- 1) радикалы;
  - 2) электрофил;
  - 3) нуклеофил;
  - 4) катион и анион

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	1	2	3	2	1	4	3	4	1

### Тема 3

1. Кислота Бренстеда – это:
- 1) донор электронов
  - 2) акцептор электронов
  - 3) донор протонов
  - 4) акцептор протонов
2. Основание Бренстеда – это:
- 1) донор электронов
  - 2) акцептор электронов
  - 3) донор протонов
  - 4) акцептор протонов
3. Кислотные свойства возрастают в ряду:
- 1) OH, NH, SH кислоты
  - 2) SH, NH, OH кислоты
  - 3) SH, NH, CH кислоты
  - 4) OH, NH, SH кислоты
4. Оба вещества реагируют с NaOH:
- 1) этанол и фенол
  - 2) глицерин и пропанол
  - 3) этанол и этантиол
  - 4) фенол и глицерин
5. Наиболее сильный кислотный центр:
- 1) в 4-нитрофеноле
  - 2) 4-метилфеноле
  - 3) феноле
  - 4) этаноле
6. Наиболее сильным основанием является:
- 1)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$   $pK_{\text{BH}^+} = 10,6$
  - 2)  $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$   $pK_{\text{BH}^+} = 10,7$
  - 3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$   $pK_{\text{BH}^+} = 4,6$
  - 4)  $\text{NH}_3$   $pK_{\text{BH}^+} = 9,3$
7. Сила основания уменьшается в ряду:
- 1) S, N, O
  - 2) N, S, O
  - 3) N, O, S
  - 4) S, O, N
8. Кислотные свойства выражены сильнее у соединения:

- 1) этанол  
2) уксусная кислота  
3) хлоруксусная кислота  
4) фенол
9. Более сильные кислые свойства тиоспиртов по сравнению с алифатическими спиртами обусловлены фактором:  
1) высокой электроотрицательностью атома серы  
2) поляризуемостью атома серы  
3) возможностью сопряжения  
4) большой атомной массой серы
10. Оба основания – метиламин и анилин:  
1) взаимодействуют с HCl  
2) не взаимодействуют с HCl  
3) взаимодействуют с H<sub>2</sub>O  
4) имеют щелочную реакцию среды

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	4	4	4	1	2	3	3	2	1

#### Тема 4

1. В результате взаимодействия эквимолярных количеств брома и бутадиена-1,3 преимущественно образуется:  
1) 1,4-дибромбутен-2;  
2) 1,2,3,4-тетрабромбутан;  
3) 1,2,3,4-дибромбутан;  
4) 1,2-дибромбутен-2
2. Реакция обратная реакции этерификации называется:  
1) гидролиз  
2) галогенирование  
3) элиминирование  
4) гидрирование
3. Какой продукт образуется преимущественно в результате реакции бромирования изооктана (2,2,4-триметилпентана)?  
1) 3-бром-2,2,3-триметилпентан;  
2) 4-бром-2,2,5-триметилпентан;  
3) 4-бром-2,2,4-триметилпентан;  
4) 3-бром-2,2,4-триметилпентан
4. Реакция взаимодействия этановой кислоты с PCI<sub>5</sub> протекает по механизму:  
1) A<sub>e</sub>;  
2) A<sub>N</sub>;  
3) S<sub>N</sub>;  
4) S<sub>e</sub>.
5. Укажите механизм реакции, преимущественно реализующийся у алканов:  
1) A<sub>N</sub>;  
2) S<sub>N</sub>;  
3) A<sub>E</sub>;  
4) S<sub>R</sub>.
6. Продуктом окисления этанола перманганатом калия в кислой среде является:  
1) этан  
2) этен  
3) этановая кислота  
4) этиленгликоль
7. Взаимодействие этилбензола с бромом под действием ультрафиолетового света относится к реакциям:  
1) A<sub>E</sub>;  
2) S<sub>N</sub>;  
3) S<sub>R</sub>;  
4) S<sub>E</sub>.
8. Реакция взаимодействия этановой кислоты с PCI<sub>5</sub> протекает по механизму:  
1) A<sub>e</sub>;  
2) A<sub>N</sub>;  
3) S<sub>N</sub>;  
4) S<sub>e</sub>.
9. Реакцию алкилирования бензола можно провести при помощи:  
1) этена в кислой среде;  
2) Cl<sub>2</sub> на свету;  
3) этанола в кислой среде;  
4) пропиолхлорида в присутствии AlCl<sub>3</sub>.
10. Признаками свободно-радикальных реакций являются:  
1) наличие в молекуле неполярной ковалентной связи;  
2) гетеролитический разрыв ковалентной связи;  
3) образование электронейтральных частиц;  
4) протекают под действием высокой температуры, облучения, давления
- Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	3	4	3	2	3	4	1

### Тема 5

- Какой продукт образуется при окислении толуола?
  - бензол
  - бензойная кислота
  - бензиловый спирт
  - метанол
- Какой продукт образуется при восстановлении уксусного альдегида?
  - этанол
  - метанол
  - этан
  - уксусная кислота
- Какой продукт образуется при восстановлении этилацетата?
  - уксусная кислота
  - этанол
  - бутанол-1
  - уксусный альдегид
- Какой продукт образуется при восстановлении глюкозы?
  - сорбит
  - фруктоза
  - рибоза
  - глюконовая кислота
- Продуктом реакции «серебряного зеркала» пропаналя является:
  - пропионат аммония
  - пропанол-1
  - пропанол-2
  - пропан
- Продуктом реакции «медного зеркала» бензальдегида является:
  - бензиловый спирт
  - бензойная кислота
  - бензоат меди(II)
  - бензол
- При окислении этена водным раствором перманганат калия образуется:
  - этиленгликоль
  - глицерин
  - этанол
  - уксусная кислота
- Продуктом окисления этанола перманганатом калия в кислой среде является:
  - этан
  - этен
  - этановая кислота
  - этиленгликоль
- Продуктами окисления кетонов являются:
  - альдегиды
  - карбоновые кислоты
  - простые эфиры
  - сложные эфиры
- Продуктами восстановления сложных эфиров являются:
  - альдегиды
  - простые эфиры
  - алканы
  - спирты

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	2	1	1	2	1	3	2	4

### Тема 6

- Отметьте правильные утверждения относительно структуры и свойств никотиновой кислоты:
  - в основе лежит ядро пиридина;
  - в основе лежит ядро пиррола;
  - карбоксильная группа находится в  $\alpha$ -положении гетероцикла;
  - карбоксильная группа находится в  $\gamma$ -положении гетероцикла.
- Для синтеза барбитуровой кислоты используются следующие соединения:
  - мочевина;
  - малоновая кислота;
  - карбаминовая кислота;
  - этиловый эфир малоновой кислоты.
- САЛИЦИЛОВУЮ КИСЛОТУ ПОЛУЧАЮТ В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСШТАБАХ

- 1) карбоксилированием фенола  
2) карбонилированием фенола
4.  $\beta$ -ОКСОКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ЛЕГКО
- 1) декарбоксилируются  
2) дегидратируются
5. Укажите функциональные группы, содержащиеся в молекуле аспирина:
- 1) гидроксильная и карбоксильная;  
2) сложноэфирная и карбоксильная;
- 3) гидроксильрованием бензойной кислоты  
4) кумольным способом
- 3) декарбонилируются  
4) расщепляются с образованием кислот
6. При нагревании адипиновой кислоты образуется:
- 1)гексановая кислота  
2)пентановая кислота
- 3)циклопентанон  
4)циклобутанон
7. Качественная реакция на резорцин:
- 1)с  $FeCl_3$   
2)с  $Cu(OH)_2$
- 3)с  $NaOH$   
4)с  $Na$
8. Какую оксокислоту можно получить гидролизом 3,3-дихлорбутановой кислоты?
- 1) пировиноградную  
2) щавелевоуксусную
- 3) ацетоуксусную  
4) кетоглутаровую
9. Доброкачественность ацетилсалициловой кислоты определяют с помощью реагента:
- 1) бромная вода;  
2)  $Cu(OH)_2$ ;
- 3)  $FeCl_3$ ;  
4)  $Ag_2O$ .
10. Выберите формулу коламина:
- 1) $NH_2-CH_2-COOH$   
2) $NH_2-CH_2-CH_2-COOH$
- 3) $NH_2-CH_2-CH_3$   
4) $CH_3-CH_2-COOH$

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	2	2	3	1	2	3	2

## 2 семестр

### Тема 7

1. Какую оксокислоту можно получить гидролизом 3,3-дихлорбутановой кислоты?
- 1) Пировиноградную  
2) Щавелевоуксусную
- 3) Ацетоуксусную  
4) Кетоглутаровую
2. Салициловая кислота содержит два кислотных центра и поэтому образует два ряда солей. При взаимодействии с каким из перечисленных реагентов образуется динатриевая соль салициловой кислоты?
- 1)  $NaOH$   
2)  $Na_2CO_3$
- 3)  $NaCl$   
4)  $Na_2SO_4$
3. Производными салициловой кислоты являются:
- 1)аспирин  
2)салицилат натрия
- 3)анестезин  
4)фенилсалицилат
4. Декарбоксилируется при сравнительно небольшом нагревании ( $100-200^\circ C$ ) кислота:
- 1) гексановая;  
2) 5-аминопентановая;
- 3)янтарная (бутандиовая);  
4)малоновая (пропандиовая);
5. Сульфаниламиды подвергаются гидролизу:
- 1) в кислой среде;  
2) в щелочной среде;  
3) в нейтральной среде;  
4) как в щелочной среде, так и в нейтральной среде;
6. Какой лекарственный препарат образуется при взаимодействии салициловой кислоты с уксусным ангидридом?
- 1) Аспирин  
2) Салициламид
- 3) Фенилсалицилат  
4) Бензилсалицилат

7. Молочная кислота (2- гидроксипропановая) - это продукт:
- 1) окисления пировиноградной кислоты;
  - 2) восстановления пировиноградной кислоты;
  - 3) окисления янтарной кислоты
  - 4) восстановления ацетоуксусной кислоты
8. Выберите самую сильную кислоту:
- 1) о-гидроксibenзойная;
  - 2) уксусная;
  - 3) бензойная;
  - 4) п-аминобензойная.
9. При нагревании превращается в лактон кислота:
- 1) 4-гидрокси-2-метоксигексановая;
  - 2) 4-гидроксициклогексанкарбоновая;
  - 3) 2-гидрокси-4-метоксипentanовая;
  - 4) 2-амино-3-гидроксиpentановая;
  - 5) 3-гидроксиpentандионовая.
10. На основании производных какой из указанных ниже кислот созданы лекарственные противотуберкулезные препараты?
- 1) Изоникотиновой
  - 2) Пиколиновой
  - 3) Салициловой
  - 4) Парааминобензойной
  - 5) Никотиновой
- Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	1	4	1	1	2	1	1	1

#### Тема 8

1. ГЕТЕРОЦИКЛ, ЯВЛЯЮЩИЙСЯ ОСНОВОЙ СТРУКТУРЫ ВИТАМИНА РР (НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И НИКОТИНАМИДА)
- 1) пиррол
  - 2) пиридин
  - 3) пиримидин
  - 4) пуридин
2. Качественная реакция на пиррол:
- 1) реакция «серебряного зеркала»
  - 2) обесцвечивание бромной воды
  - 3) синее окрашивание с йодом
  - 4) красное окрашивание сосновой палочки, смоченной в соляной кислоте
3. Выберите утверждение, характеризующее процесс десульфирования ароматических сульфоновых кислот;
- 1) приводит к образованию полисульфоновых кислот;
  - 2) осуществляется при нагревании кислоты с перегретым паром;
  - 3) проводится в обычных температурных условиях;
  - 4) реакция десульфирования протекает только в прямом направлении;
4. К алкалоидам группы хинолина следует отнести:
- 1) хинин;
  - 2) кофеин;
  - 3) папаверин;
  - 4) кодеин;
5. Выбрать гетероцикл, который является основой барбитуровой кислоты, производное которой используются в медицине как лекарственные препараты, которые проявляют снотворное и противосудорожное действие:
- 1) Пиримидин
  - 2) Пиридазин
  - 3) Пиразин
  - 4) Пиперидин
6. Пирролу соответствует систематическое название:
- 1) diazol-1,3;
  - 2) азин;
  - 3) diaзин-1,3;
  - 4) азол;
7. Пиримидину соответствует систематическое название:
- 1) diazol-1,3;
  - 2) diaзин-1,3;
  - 3) diaзепин-1,4;
  - 4) азин;
8. Не образуют солей с кислотами:
- 1) хинолин и хинин;
  - 2) фуран и пиррол;
  - 3) пиримидин и никотин;
  - 4) имидазол и кофеин;
9. Ацидофобными гетероциклическими соединениями являются:

- 1) тиофен и пириимидин; 3) фуран и пиррол ;  
 2) пиридин и оксазол-1,3; 4) тетрагидрофуран;  
 10. Кислотные свойства имидазола (1,3-диазол) выражены больше, чем у:  
 1) барбитуровая кислота; 3) серная кислота;  
 2) 2,4-дигидропириимидин; 4) пиррол;

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	4	1	1	4	2	2	3	4

### Тема 9

1. Пириимидину соответствует систематическое название:

- 1) диазол-1,3 3) диазепин-1,4  
 2) диазин-1,3 4) азин

2. Имидазолу соответствует систематическое название:

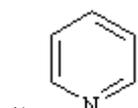
- 1) диазол-1,3 3) диазин-1,3  
 2) азин 4) азол

3. Активность пиридина в реакциях нуклеофильного замещения:

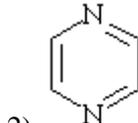
- 1) выше, чем у бензола  
 2) ниже, чем у бензола  
 3) такая же, как у бензола  
 4) не вступает в реакции нуклеофильного замещения

4. Какой из гетероциклов в наибольшей степени проявляет свойства диена:

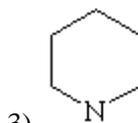
- 1) фуран 3) тиофен  
 2) пиррол 4) пиридин  
 5. Какой из перечисленных гетероциклов является π-дефицитным:



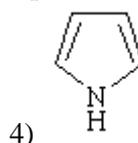
1)



2)



3)



4)

6. Какой гетероцикл входит в состав витамина B6:

- 1) пиррол 3) пиридин  
 2) тиофен 4) имидазол

7. Какой гетероцикл лежит в основе триптофана:

- 1) пиррол 3) пиридин  
 2) индол 4) пириимидин

8. Не образуют солей с кислотами:

1. хинолин и хинин; 3. пириимидин и никотин;  
 2. имидазол и кофеин; 4. фуран и пиррол;

9. В составе гетероцикла есть и сера, и азот:

1. диазол-1,3; 3. диазин-1,3;  
 2. птеридин; 4. фенотиазин;

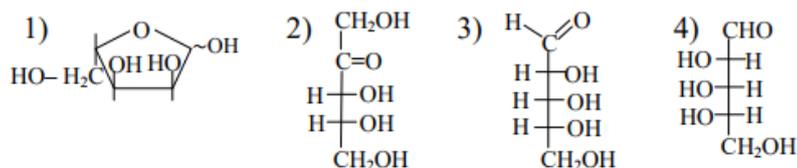
10. Физическое свойство, наиболее характерное для пиридина

- 1) хорошая растворимость в воде  
 2) газообразное состояние при нормальных условиях  
 3) температура кипения 0о С  
 4) быстрая окисляемость на воздухе, приводящая к потемнению  
 5) твердое агрегатное состояние при комнатной температуре

Эталоны ответов

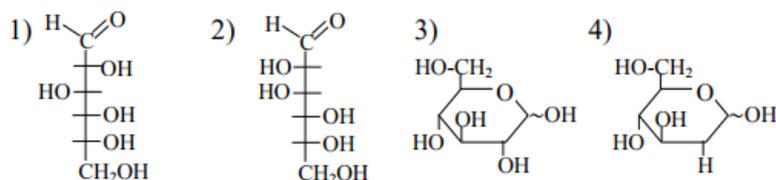


## СТРОЕНИЕ D-РИБОЗЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



2.

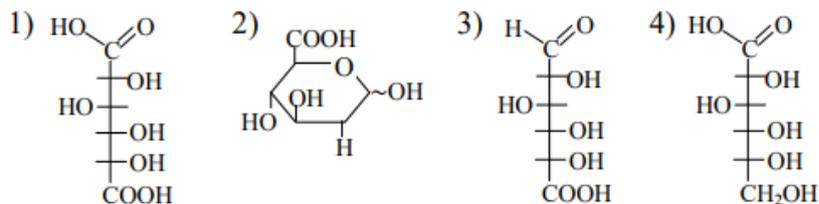
## СТРОЕНИЕ D-МАННОЗЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



3.Продуктом восстановления глюкозы является:

- |                      |            |
|----------------------|------------|
| 1)глюконовая кислота | 3)ксилит   |
| 2)сорбит             | 4)глицерин |

## СТРОЕНИЕ D-ГЛУКУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



4. Аномером  $\beta$ -D-глюкозы является:

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1) $\alpha$ -D-глюкоза | 3) $\beta$ -L-галактоза |
| 2) $\beta$ -L-глюкоза  | 4) $\alpha$ -L-манноза  |

5. СИНТЕЗ О-ГЛИКОЗИДОВ ПО МИХАЭЛЮ – ЭТО ПРОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ФЕНОЛЯТАМИ (ИЛИ ДРУГИМИ АНИОН-НЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ) И

- |                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1) самими моносахаридами | 3) сложными эфирами моносахаридов |
| 2) гликозилгалогенидами  | 4) ацилгалогенозами               |

6. ЛАКТОЗА – ЭТО

- |   |  |
|---|--|
| 1) $\alpha$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 2) $\beta$ -фруктозид | 3) $\beta$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза  |
| 2) $\beta$ -галактозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза           | 4) $\alpha$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза |

7. Качественная реакция на глюкозу как альдегид является:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1) «медного зеркала» | 3)с азотной кислотой |
| 2)с бромной водой    | 4)восстановление     |

8. ГЛИКОГЕН В ОТЛИЧИЕ ОТ КРАХМАЛА ИМЕЕТ

- |  |  |
|--|--|
| 1) другой моносахаридный состав                            | 3) $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3)-гликозидные связи |
| 2) больше $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)-гликозидных связей | 4) $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2)-гликозидные связи |

9. САХАРОЗА, ОТНОСЯЩАЯСЯ К НЕРЕДУЦИРУЮЩИМ ДИСАХАРИДАМ ЗАЧАСТУЮ ДАЕТ ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ ФЕЛИНГА И «СЕРЕБРЯНОГО ЗЕРКАЛА». ЭТОТ ФАКТ ОБЪЯСНЯЕТСЯ

- 1) наличием потенциальной альдегидной группы
- 2) кольчато-цепной таутомерией
- 3) легкостью гидролизуемости фруктозидной связи
- 4) легкостью гидролизуемости глюкозидной связи

10. ПОЛИСАХАРИДЫ НЕ ПРОЯВЛЯЮТ

- 1) способности к метанолизу  
 2) способности к метилированию  
 3) способности к ацетилированию  
 4) редуцирующих свойств

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	2	2	1	4	2	1	2	3	4

### Тема 12

#### 1. СОСТАВ АДЕНОЗИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) аденин - рибоза - фосфат  
 2) аденин - фосфат  
 3) аденин – рибоза  
 4) аденин – дезоксирибоза

#### 2. СОСТАВ ЦИТИДИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) цитозин – рибоза  
 2) цитозин – дезоксирибоза  
 3) цитозин – рибоза – фосфат  
 4) цитозин – фосфат

#### 3. РОЛЬ АТФ В ОРГАНИЗМЕ

- 1) мембранная  
 2) перенос фосфатных групп на субстраты с целью их активации (процесс фосфорилирования субстратов; т.е. коферментная роль)  
 3) транспорт электронов и водорода (коферментная роль)  
 4) посредник действия гормонов

#### 4. РНК В ОРГАНИЗМЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ РОЛЬ

- 1) посредника действия гормонов  
 2) мишени действия гормонов  
 3) хранения и передача наследственной информации  
 4) реализации наследственной информации

#### 5. В ПРОЦЕССАХ РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ НЕ ПРИНИМАЕТ УЧАСТИЯ

- 1)ФАД  
 2) НАД  
 3)НАДФ  
 4)АТФ

#### 6. НУКЛЕОЗИД ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ

- 1)  $\alpha$ -О- гликозид  
 2)  $\beta$  -О-гликозид  
 3)  $\beta$ -N-рибозид  
 4)  $\alpha$ -N-рибозид

#### 7. ДЛЯ ПОЛНОГО ГИДРОЛИЗА МОЛЕКУЛЫ АТФ ПОТРЕБУЕТСЯ

- 1) 1 молекула H<sub>2</sub>O  
 2) 2 молекулы H<sub>2</sub>O  
 3) 3 молекулы H<sub>2</sub>O  
 4) 4 молекулы H<sub>2</sub>O

#### 8. РОЛЬ ПЕРЕНОСЧИКА ОСТАТКОВ АМИНОСПИРТОВ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ ВЫПОЛНЯЕТ

- 1) АДФ  
 2) АТФ  
 3) ЦДФ  
 4) ЦТФ

#### 9. ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕОТИДЫ (ТРИФОСФАТЫ) В ОРГАНИЗМЕ ВЫПОЛНЯЮТ РОЛЬ

- 1) субстратов для синтеза коферментов (НАД, НАДФ, ФАД) оксидоредуктаз  
 2) субстратов для синтеза белков  
 3) переносчиков электронов в процессе тканевого дыхания (коферментная)  
 4) источников энергии, субстратов для синтеза ДНК

#### 10. В ПЕРЕНОСЕ ЭЛЕКТРОНОВ И ВОДОРОДА В ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ УЧАСТВУЮТ

- 1) ЦМФ, ГМФ и др. нуклеозидмонофосфаты  
 2) АТФ, ГТФ и др. нуклеозидтрифосфаты  
 3) ФАД, ФМН, НАД, НАДН  
 4) аденин, гуанин и др. азотистые основания

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	2	4	1	3	4	3	4	2

### Тема 13

1. СФИНГОМИЕЛИН ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- |                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 1) неомыляемых липидов       | 3) фосфолипидов |
| 2) простых омыляемых липидов | 4) гликолипидов |

2. ЦЕРЕБРОЗИДЫ ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1) глицерофосфолипидов | 3) гликолипидов |
| 2) сфингофосфолипидов  | 4) стеридов     |

3. ВИТАМИН А ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- |                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 1) неомыляемых липидов       | 3) эйкозаноидов |
| 2) простых омыляемых липидов | 4) стероидов    |

4. СОСТАВ ЖИДКОГО ЖИРА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) глицерин + 2 олеата + пальмитат
- 2) глицерин + 2 пальмитата + олеат
- 3) глицерин + 3 пальмитата + уксусная кислота
- 4) сфингозин + олеат + фосфат
- 5) глицерин + 3 олеата + фосфат

5. СОСТАВ КЕРАМИДА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) глицерин + жирная кислота
- 2) сфингозин + жирная кислота
- 3) сфингозин + жирная кислота + фосфат
- 4) глицерин + жирная кислота + фосфат

6. СОСТАВ ПАРНЫХ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1) холевая кислота – глицерин | 3) холевая кислота – фосфат |
| 2) холевая кислота – глицин   | 4) холевая кислота – этанол |

7. В ЦЕРЕБРОЗИДАХ ГАЛАКТОЗА СВЯЗАНА С МОЛЕКУЛОЙ СФИНГОЗИНА КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗЬЮ

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1) простой эфирной | 3) β-О-гликозидной |
| 2) сложно-эфирной  | 4) α-О-гликозидной |

8. СОСТАВ КЕФАЛИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) сфинголизин + жирная кислота
- 2) глицерин + 3 жирных кислоты
- 3) глицерин + 2 жирных кислоты + фосфорная к-та + этанола- мин
- 4) глицерин + фосфорная кислота + этаноламин

9. ФОСФАТИДНАЯ КИСЛОТА ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1) неомыляемых липидов       | 3) сложных омыляемых липидов |
| 2) простых омыляемых липидов | 4) желчных кислот            |

10. ХОЛЕСТЕРИН ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) неомыляемых липидов
- 2) простых омыляемых липидов
- 3) стероидов
- 4) желчных кислот

## Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	3	1	1	2	2	1	3	3	1

### 2.2 Перечень тематик устных реферативных сообщений для текущего контроля успеваемости (по выбору преподавателя и/или обучающегося)

#### Тема 2

1. Конформации. Возникновение конформаций в результате вращения вокруг  $\sigma$ -связей; факторы, затрудняющие вращение. Проекционные формулы Ньюмена. Связь пространственного строения с биологической активностью.

#### Тема 3

2. Кислотно-основные свойства органических соединений. Теории Бренстеда и Льюиса. Типы органических кислот (ОН, SH, NH, СН-кислоты) и оснований ( $\pi$ -основания,  $n$ -основания).

#### Тема 4

3. Региоселективность реакций радикального замещения в алканах.
4. Фторуглеводороды. Особенности получения и химических свойств. Применение фторуглеводородов.
5. Галогенуглеводороды, применяемые в медицине: этилхлорид, йодоформ, фторотан. Химические свойства, используемые для идентификации этих соединений.
6. Предельные и непредельные одноатомные спирты: сравнение способов получения и свойств.
7. Применение в медицине и народном хозяйстве.
8. Тиолы: получение, свойства. Идентификация тиолов.
9. Простые эфиры и сульфиды: сравнение способов получения и химических свойств. Методы идентификации.
10. Диоксины как побочные продукты переработки фенолов, экологические проблемы химии фенолов.

#### Тема 6

11. Сравнение способов получения и химических свойств одно- и двухосновных карбоновых кислот.
12. Угольная кислота и ее функциональные производные. Фосген, хлоругольный эфир, карбаминовая кислота и ее эфиры (уретаны). Мочевина, уреидокислоты и уреиды кислот. Методы определения мочевины.
13. Сульфокислоты: способы получения и свойства. Десульфирование ароматических соединений. Нуклеофильное замещение в аренсульфокислотах: получение фенолов и функциональных производных.

#### Тема 7

14. Гетерофункциональные производные бензола - родоначальники лекарственных препаратов. Связь между строением и фармакологическим действием.

#### Тема 8

16. Синтетические возможности синтеза Скраупа - получение хинолина и его производных.
17. Концепция  $\pi$ -избыточности и  $\pi$ -дефицитности в химии гетероциклических соединений.
18. Биологически важные производные пиридина-никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.

#### Тема 9

19. Пиразол, имидазол, тиазол, пиазин, пиримидин, пурин.

#### Тема 10

20. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот.
21. Белки - молекулы жизни: строение, биологическая роль, химические свойства, некоторые гормоны и антибиотики как производные пептидов.

#### Тема 11

22. Явление таутомерии в органической химии: кето-енольная, лактим-лактаманная, цикло-оксотаутомерии. Причины. Особенности химических свойств разных таутомерных форм.
23. Глюкоза как исходное вещество для получения сорбита, глюконата кальция, аскорбиновой кислоты. Физические и химические методы идентификации глюкозы и продуктов ее превращения.

#### Тема 12

24. Нуклеозидмоно - и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные кофакторы. Структура НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> - НАДН.

#### Тема 13

25. Воски как сложные эфиры высших карбоновых кислот. Пчелиный воск, спермацет. Глины: строение, свойства, применение.
26. Фосфолипиды: строение, свойства, биологическое значение.

**Темы устных реферативных сообщений могут быть предложены преподавателем из вышеперечисленного списка, а также обучающимся в порядке личной инициативы по согласованию с преподавателем.**

### 2.3 Перечень ситуационных задач для промежуточного контроля.

#### 1 семестр (тема 1)

##### Ситуационная задача 1

В состав аэрозольного препарата «Ливиан», применяемого для лечения ожогов, входит масло лаванды, одним из компонентов которого является гераниол  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ . Назовите соединение по заместительной (систематической) номенклатуре ИЮПАК.

Решение

Общепринятой в настоящее время является заместительная (систематическая) номенклатура ИЮПАК, которую часто еще называют международной номенклатурой (МН). Для построения названия по МН используются следующие операции:

1. Выбор исходной структуры и определение старшинства заместителей.
2. Нумерация исходной структуры с учетом того, что старшие функции должны получить наименьшие номера.
3. Построение названия. Название соединения строится по следующей схеме:

Пишутся слитно с основанием:		
ПРЕФИКС	КОРЕНЬ	СУФФИКС
-названия радикалов и нестарших функций,	-название исходной структуры	-название кратных связей и старших функций

Для одинаковых заместителей и кратных связей используются умножающие приставки: ди-, три-, тетра-, и т.д.

При перечислении названий радикалов и нестарших функций в алфавитном порядке, учитывают начальную букву самого заместителя, а не приставки перед ним. Например, «диэтил» в алфавитном порядке после «метил».

Для указания положения заместителей и кратных связей перед префиксами и после суффиксов ставят цифры, которые отделяют друг от друга запятыми, а от названия - черточкой.

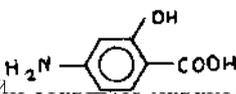
Гераниол является ненасыщенным спиртом. Он принадлежит к особой группе органических соединений, называемых терпенами. В состав молекулы гераниола входят две двойные связи и ОН-группа, которая является старшей характеристической группой (см. таблицу).

Исходной структурой гераниола является октан, а так как она содержит старшие функции (двойные связи и гидроксильную группу), то добавляется окончание «-диен-1-ол». Гераниол называется **гераниол** (ПАСК):

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$

Главная цепь: 8 7 6 5 4 3 2 1 <----- нумерация цепи  
 старшая функция: <----- старшая функция  
 заместители, не вошедшие в главную цепь: метил, метил

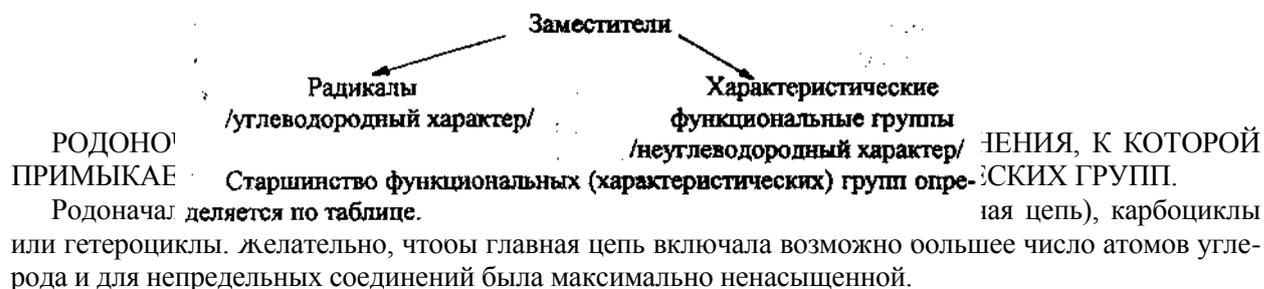
Определите в этом соединении старшую характеристическую группу и выделите родоназачальную структуру, назовите соединение по МН.



## Решение

Органическая химия - это химия углеводородов и их производных. Исходя из этого, систематическая (международная) номенклатура это, фактически, заместительная номенклатура. Выбор родоначальной (исходной) структуры и определение старшинства заместителей, связанных с ней основные операции при построении названия органических соединений по заместительной номенклатуре.

**ЗАМЕСТИТЕЛИ - СТРУКТУРНЫЕ ФРАГМЕНТЫ, ЗАМЕНЯЮЩИЕ ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО АТОМОВ ВОДОРОДА В УГЛЕВОДОРОДЕ.**



*n*-Аминосалициловая кислота является гетерофункциональным («гетерос» - разный) соединением, так как в ее состав входят различные функциональные группы - карбоксильная - COOH, гидроксильная -OH и аминогруппа -NH<sub>2</sub>. Из них старшей характеристической группой по данным таблицы будет карбоксильная группа.

Родоначальной (исходной структурой), к которой примыкает максимальное число заместителей, в данном случае является бензольное ядро.

Родоначальная структура - бензольное ядро, соединенное со старшей характеристической группой - карбоксильной - образует бензолкарбоновое соединение.

Для этого соединения наиболее принятым является название бензойная кислота. Это название, наряду с названием толуол, фенол, анилин, разрешено к употреблению правилами заместительной номенклатуры ИЮПАК при построении названий соединений. Учитывая это, а так же то, что младшие характеристические группы перечисляются в алфавитном порядке *n*-аминосалициловую кислоту можно назвать 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

**Заключение:** *n*-аминосалициловая кислота по МН называется 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

## 1 семестр (тема 2)

### Ситуационная задача 1

Укажите вид и знаки электронных эффектов карбоксильной группы в пропановой CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH и акриловой CH<sub>2</sub>=CH-COOH кислотах. Изобразите эффекты графически.

Решение

В молекуле пропановой кислоты карбоксильная группа -COOH проявляет отрицательный индуктивный эффект (-I). Это объясняется сильной поляризацией связи C=O и C-O под влиянием более электроотрицательного атома кислорода. Графическое изображение -I-эффекта CH<sub>3</sub>→CH<sub>2</sub>→C(OH)=O или OH CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub> C O OH Карбоксильная группа в пропановой кислоте является электроноакцепторным заместителем. В молекуле акриловой кислоты -I-эффект карбоксильной группы сохраняется. Кроме того, в молекуле акриловой кислоты имеются две двойные связи, C=C и C=O, разделенные одной простой связью C-C. Поэтому возможно π,π-сопряжение C=C-C=O-сопряжение. Следовательно, карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты проявляет также и мезомерный эффект, который является отрицательным (-M) из-за поляризации двойных связей в сторону более электроотрицательного атома кислорода. Графически M-эффект изображается изогнутыми стрелками H<sub>2</sub>C=CH-COOH Таким образом, в результате суммарного действия -I- и -M-эффектов электронная плотность на CH<sub>2</sub>= фрагменте молекулы акриловой кислоты понижена (δ<sup>+</sup>), а на атоме кислорода C=O связи, наоборот, повышена (δ<sup>-</sup>). Общее распределение электронной плотности в молекуле акриловой кислоты с учетом -I- и -M-эффектов можно изобразить графически следующим образом: H<sub>2</sub>C=CH-COOH или CH<sub>2</sub> CH OH C O OH Карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты является сильным электроноакцепторным заместителем.

### Ситуационная задача 2

Укажите вид и знаки электронных эффектов хлора в молекулах хлорбензола  $C_6H_5-Cl$  и хлористого бензила  $C_6H_5-CH_2-Cl$ . Изобразите эффекты графически.

Решение

В молекуле хлорбензола атом хлора проявляет –I-эффект из-за большей электроотрицательности хлора по сравнению с углеродом. Графическое изображение –I-эффекта атома хлора Cl. Кроме того, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет мезомерный эффект. Это становится понятным, если допустить, что атом хлора находится в  $sp^2$ -гибризованном состоянии, и неподеленная пара электронов на негибризованной p-орбитали частично смещена в сторону бензольного кобца в результате образования единой сопряженной восьмиэлектронной орбитали Cl 3p. Следовательно, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет как – I-эффект, так и +M-эффект, что графически изображается следующим образом: Cl. Установлено, что у атома хлора –I-эффект больше, чем +M-эффект; поэтому атом хлора является электроноакцепторным заместителем. В молекуле хлористого бензила хлор проявляет только отрицательный индуктивный эффект (-I). Мезомерный эффект хлора в этой молекуле не проявляется, потому что атом хлора отделен от бензольного кольца двумя простыми  $\sigma$ -связями и его неподеленная электронная пара не может вступать в сопряжение с  $\pi$ -электронной системой бензольного кольца  $CH_2-Cl$ . В молекуле хлористого бензила атом хлора является электроноакцепторным заместителем.

### 1 семестр (тема 3)

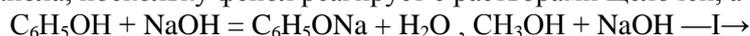
#### Ситуационная задача 1

Расположите в порядке возрастания кислотности следующие вещества: фенол, сернистая кислота, метанол. Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие правильность выбранной последовательности.

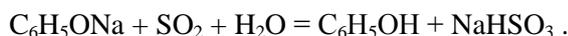
Решение

Правильный ряд выглядит так:  $CH_3OH < C_6H_5OH < H_2SO_3$ .

Фенол сильнее метанола, поскольку фенол реагирует с растворами щелочей, а метанол — нет:



Далее воспользуемся правилом, согласно которому более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей.



Заключение: Фенол вытесняется сернистой кислотой из фенолята натрия, следовательно, сернистая кислота сильнее фенола.

#### Ситуационная задача 2

Расположите спирты в порядке уменьшения их кислотных свойств: а) трет-бутиловый, бутиловый, метиловый; б) 4-хлорфенол, 2,4-диметилфенол, 2,4,6-трихлорфенол, фенол, циклогексанол; в) м-нитрофенол, фенол, пара-крезол, 2,4,6-тринитрофенол; г) бензиловый спирт, фенол, 1-циклогексилэтанол

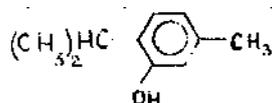
Решение

Положение кислотно-основного равновесия определяется устойчивостью соответствующего аниона – чем она выше, тем более сильной кислотой является спирт. В связи с этим фенолы являются более сильными кислотами, чем алифатические спирты. Донорные заместители в бензольном кольце молекулы фенола снижают кислотность, акцепторные – повышают. Эффект особенно заметен в том случае, когда заместитель расположен в орто-пара-положениях. Поэтому общий ряд кислотности выглядит следующим образом: 2,4,6-трихлорфенол > 4-хлорфенол > фенол > 2,4-диметилфенол > циклогексильный спирт.

### 1 семестр (тема 4)

#### Ситуационная задача 1

Количественное содержание тимола (противоглистное средство) в лекарственных препаратах определяется броматометрически.



Какая реакция лежит в основе данного метода? Какие факторы влияют на протекание данной реакции?

Решение

В основе метода лежит реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. При наличии нескольких заместителей необходимо учитывать их совместное ориентирующее влияние.

#### ОРИЕНТАЦИЯ В ДИЗАМЕЩЕННОМ АРОМАТИЧЕСКОМ КОЛЬЦЕ:

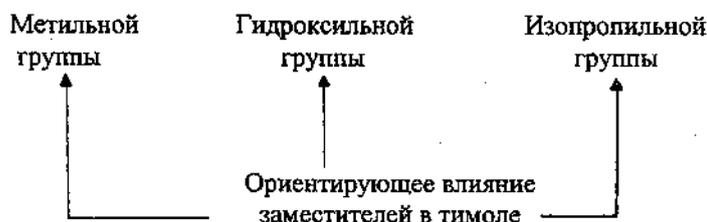
- СОГЛАСОВАННАЯ - заместители направляют входящий электрофильный реагент в одни и те же положения ароматического кольца.

- НЕСОГЛАСОВАННАЯ - заместители ориентируют вступающую электрофильную частицу в разные положения ароматического кольца.

Планируя синтез замещенных бензолов необходимо учитывать следующее:

1. Если бензольное кольцо содержит две активирующие группы, то более сильный активатор направляет вступление третьего заместителя.
2. Если в бензольном кольце находятся активатор и дезактиватор, то место вступления третьего заместителя контролирует активирующая группа.
3. Если два объемных заместителя находятся в *meta*-положении по отношению друг к другу, независимо от их ориентирующего влияния, маловероятно, что входящий электрофил размещается между ними вследствие пространственных затруднений.
4. В полизамещенном бензольном кольце необходимо учитывать ориентирующее влияние всех заместителей.

Тимол - тризамещенное производное бензола, содержащее метильную  $\text{CH}_3$ -, изопропильную  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ - и гидроксильную  $\text{OH}$ -группы. Все заместители *o*-, *n*- ориентанты, из них гидроксил самый сильный, вследствие +M-эффекта.



Влияние метильной и гидроксильной групп - пример согласованной ориентации, активируются одинаковые положения бензольного кольца. Как видно из приведенных формул, наиболее активированными положениями к атаке электрофильным реагентом является 4 и 6. Именно в эти положения будет происходить электрофильное замещение.

**Заключение:** Реакция бромирования тимола (электрофильное замещение) будет проходить в положения 4 и 6. Эти положения активируются за счет согласованной ориентации метильной и гидроксильной групп.

#### Ситуационная задача 2

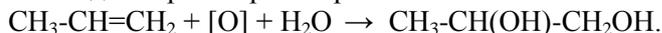
С помощью каких химических реакций можно очистить пропан от примеси пропена?

Решение

Пропен можно поглотить бромной водой:



или водным раствором перманганата калия:



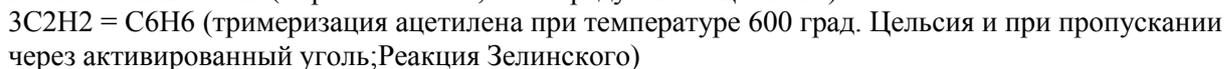
Пропан с этими веществами не реагирует и улетучивается.

#### 1 семестр (тема 5)

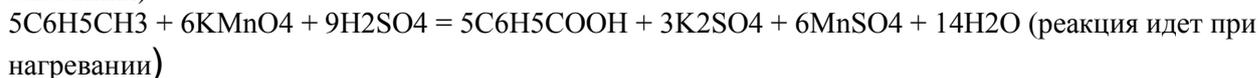
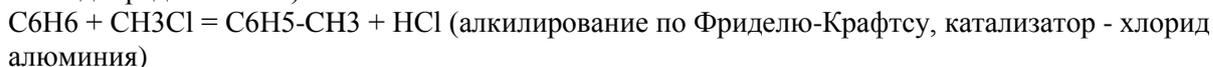
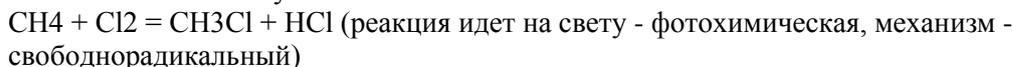
#### Ситуационная задача 1

Приведите схему синтеза бензойной кислоты из метана.

Решение



Затем по схеме 2 получим:



### Ситуационная задача 2

Приведите схему синтеза уксусной кислоты из этилового спирта, укажите признак последней реакции.

Решение



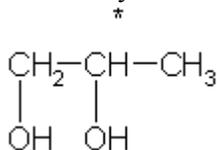
### 1 семестр (тема 6)

#### Ситуационная задача 1

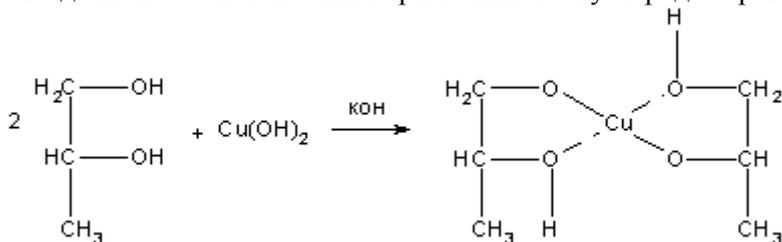
Предложите возможную структурную формулу вещества, о котором известно, что оно: а) реагирует с щелочным раствором гидроксида меди (II); б) реагирует с бромоводородной кислотой; в) не реагирует с аммиаком; г) содержит 3 атома углерода; д) оптически активно. Напишите схемы соответствующих реакций и укажите асимметрический атом углерода.

Решение

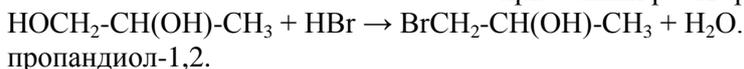
Из а) и б) следует, что вещество может представлять собой двухатомный спирт. Из в) следует, что оно не содержит атомов галогенов и карбоксильной группы. Наконец, один из трех атомов углерода должен иметь 4 разных заместителя (асимметрический атом углерода, обеспечивающий оптическую активность, т.е. существование оптических изомеров). Возможная формула вещества:



Звездочкой обозначен асимметрический атом углерода. Уравнения реакций:



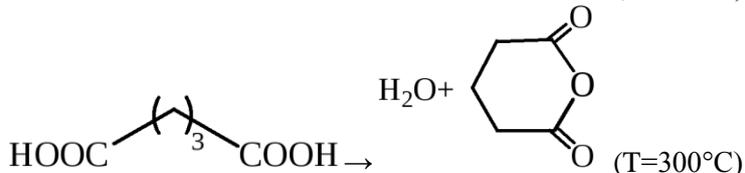
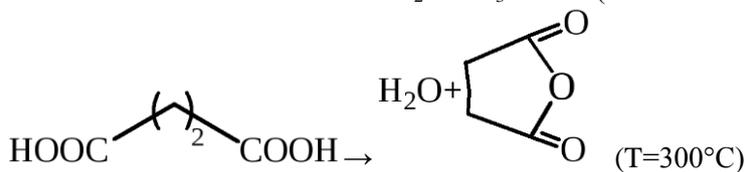
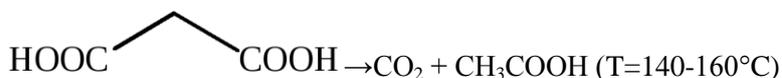
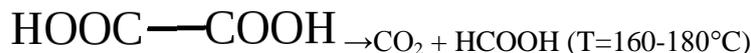
ярко-синий раствор



### Ситуационная задача 2

Составьте схема реакций щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой кислот.

Решение



### 2 семестр (тема 7)

#### Ситуационная задача 1

Предложите схему синтеза салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты из о-крезола

Решение

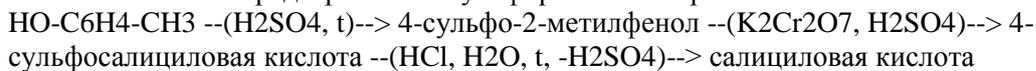
Нагревание крезола с окисью меди:



Окисление воздухом щелочного плава:



Так же окисление предварительно сульфированного крезола:



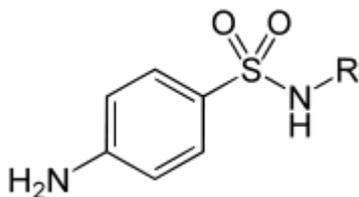
Ацетилсалициловая получается ацилированием салициловой кислоты:



### Ситуационная задача 2

Приведите структуру сульфаниламида, дайте название по систематической номенклатуре.

Решение



4-аминобензолсульфонамид

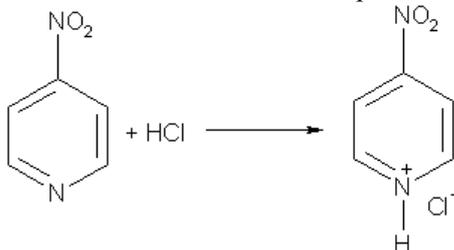
## 2 семестр (тема 8)

### Ситуационная задача 1

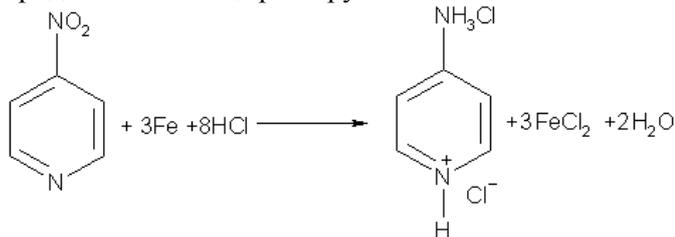
Напишите три уравнения реакций, в которые может вступать 4-нитропиридин. Предложите способ обнаружения этого соединения в его водно-спиртовом растворе.

Решение

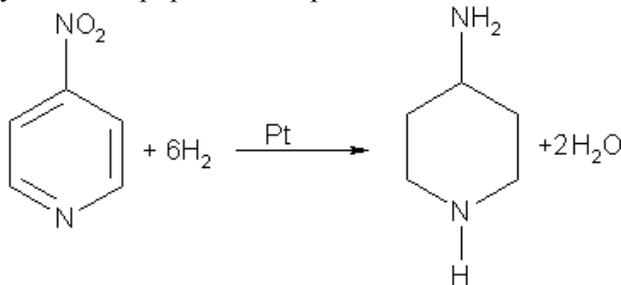
1) 4-нитропиридин проявляет основные свойства за счет пиридинового атома азота:



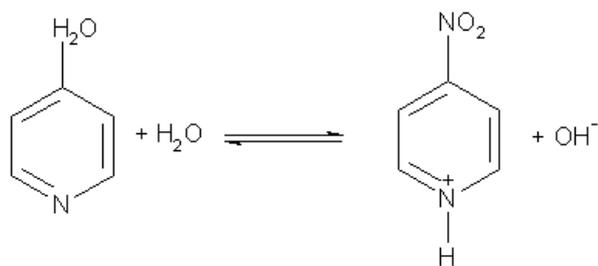
2) Нитрогруппа может быть восстановлена железом в кислой среде, при этом образующаяся аминогруппа и азот в пиридиновом кольце реагируют с соляной кислотой:



3) При взаимодействии 4-нитропиридина с водородом происходит восстановление нитрогруппы до аминогруппы и гидрирование пиридинового кольца:



Обнаружить 4-нитропиридин в водно-спиртовом растворе можно с помощью лакмуса, поскольку раствор имеет слабощелочную среду:



### Ситуационная задача 2

Докажите основность пиридина, приведите соответствующие примеры реакций.

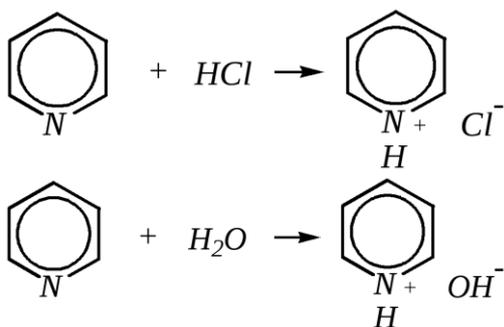
Решение

Пиридин является типичным основанием с  $pK_b = 8.8$ . Его основность ниже основности аммиака и алифатических аминов, так как неподелённая электронная пара пиридинового азота, за счёт которой происходит взаимодействие с протоном, находится на  $sp^2$ -гибридной орбитали.

Электронная же пара аминного атома азота находится на  $sp^3$ -гибридной орбитали, поэтому более удалена от ядра и легче взаимодействует с протоном ( $pK_b$  аммиака равна 4.8, метиламина — 2.3).

С другой стороны, основность пиридина выше основности анилина и ароматических аминов ( $pK_b$  анилина = 9.4). В молекуле анилина, как и других ароматических аминов, неподелённая электронная пара азота участвует в сопряжении с ароматическим кольцом и делокализована, а в молекуле пиридина пара электронов принадлежит только атому азота.

Основные свойства пиридина проявляются как при взаимодействии с кислотами, так и при взаимодействии с водой:

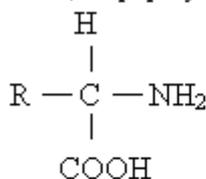


## 2 семестр (тема 10)

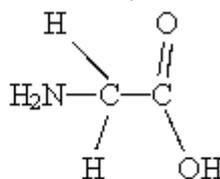
### Ситуационная задача 1

Какими свойствами обладают аминокислоты, если аминогруппа ( $-NH_2$ ) по свойствам аналогична аммиаку, а карбоксильная группа ( $-COOH$ ) карбоновой кислоте?

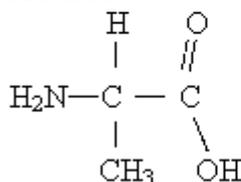
Общая формула



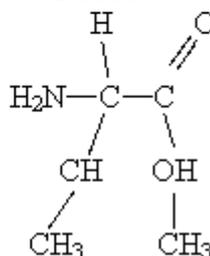
Глицин



Аланин



Валин



В чем сходство и отличие в строении этих аминокислот? Какой группой определяется уникальность свойств каждой аминокислоты?

Решение

1. Аминокислоты амфотерны, т.к. обладают и кислотными и основными свойствами.  $\text{NH}_2$  – придает основные свойства,  $\text{COOH}$  – кислые свойства.
2. Отличаются аминокислоты по радикалу, сходство что имеют все аминокислоты, карбоксильную группу, которые связаны через атом углерода ( $\alpha$ -с).
3. Уникальность свойств аминокислот определяется радикалом аланин. Валин – с гидробобным радикалом – неполярные аминокислоты, глицин с гидрофильным радикалом, т.е. полярная аминокислота, заменимая в организме, аланин тоже заменимая, а валин абсолютно незаменимая.

### Ситуационная задача 2

Каким опытным путем доказать пептидную связь?

Решение

Биуретовая реакция на определение пептидной связи. Метод основан на способности пептидной связи в щелочной среде образовывать с сульфидом меди окрашенные комплексные соединения.

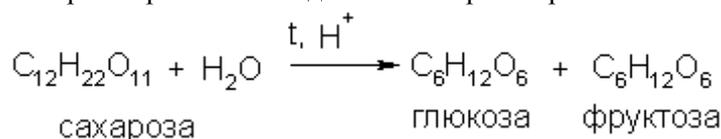
## 2 семестр (тема 11)

### Ситуационная задача 1

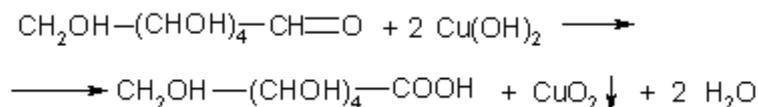
С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: сахароза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  глюконовая кислота?

Решение

Сахароза гидролизуется при нагревании в подкисленном растворе:



Глюкоза окисляется свежесажженным гидроксидом меди (II) с образованием глюконовой кислоты ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$ ):



### Ситуационная задача 2

Полученное из глюкозы соединение  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  в реакции с натрием образует соединение состава  $\text{C}_3\text{H}_4\text{Na}_2\text{O}_3$ , с карбонатом кальция —  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ , с этанолом в присутствии серной кислоты —  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$ . Назовите это соединение и напишите уравнения реакций.

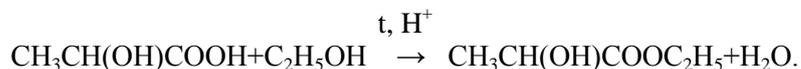
Решение

При молочнокислом брожении из глюкозы получается молочная (2-гидроксипропановая) кислота:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ .

В реакции молочной кислоты с натрием участвуют и гидроксильная и карбоксильная группы:



С карбонатом кальция и с этанолом молочная кислота реагирует как обычная карбоновая кислота:



## 3.1. Форма промежуточной аттестации - экзамен

### 3.1.1. Вопросы к экзамену (ОПК-7):

1) Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позиций органической химии. Предмет и задачи биоорганической химии как учебной дисциплины в медицинских вузах. Органическая химия- фундаментальная основа биоорганической химии.

2) Классификационные признаки органических соединений: строение углеродного скелета и природа функциональной группы, органические радикалы. Биологически важные классы органических соединений. Основные правила систематической номенклатуры органических соединений, заместительная и радикально-функциональная номенклатура. Понятие о структурной изомерии органических соединений.

3) Пространственное строение органических соединений. Стереохимические формулы. Конформации открытых цепей и циклических соединений. Конфигурация. Стереизомерия молекул с одним, двумя и более центрами хиральности. Связь пространственного строения с биологической активностью.

4) Стереизомерия в ряду соединений с двойной связью. Цис-транс - изомеры. Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений.

5) Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности, ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений.

6) Делокализация электронов как один из важнейших факторов повышения устойчивости молекул и ионов, ее широкая распространенность в биологически важных молекулах (порфин, гем).

7) Поляризация связей и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный) как причина неравномерного распределения электронной плотности и возникновения реакционных центров в молекуле. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

8) Кислотность и основность органических соединений. Теории Бренстеда и Лоури. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.

9) Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.

10) Классификация органических реакций по результату (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировки, окислительно-восстановительные) и по механизму - радикальные, ионные. Понятие - субстрат, реагент, реакционный центр.

11) Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы (гомолитический разрыв), карбокатионы и карбоанионы (гетеролитический разрыв). Электронное и пространственное строение этих частиц и факторы, обуславливающие их относительную устойчивость.

12) Реакции свободно-радикального замещения: гомолитические с участием C-H связей у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Галогенирование, окисление кислородом. Регеоселективность свободно-радикального замещения в аллильных и бензильных системах.

13) Реакции электрофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием  $\pi$ -связи. Механизм гидрогалогенирования и гидратации. Правило Марковникова и его современная трактовка.

14) Реакции электрофильного замещения: гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Влияние заместителей в ароматическом ядре и гетероатомов в гетероциклических соединениях на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Ориентирующее влияние заместителей и гетероатомов.

15) Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода: гетероциклические реакции, обусловленные поляризацией  $\sigma$ -связи углерод-гетероатом (галогенпроизводные, спирты). Легко и трудно уходящие группы. Реакция гидролиза галогенпроизводных.

16) Реакции нуклеофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием  $\pi$  связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны). Реакции карбонильных соединений с водой, спиртами, тиолами, первичными аминами. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа, обратимость реакции нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей и иминов.

17) Реакции альдольного присоединения. Основной катализ. Строение енолят-иона. Альдольное расщепление. Биологическое значение этих процессов.

18) Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода (карбоновые кислоты и их функциональные производные). Реакции ацилирования и обратные им реакции гидролиза. Ацилирующие реагенты, их сравнительная активность. Ацилфосфаты и ацилкофермент А. Биологическая роль реакций ацилирования.

19) Реакции окисления и восстановления органических соединений. Реакции окисления спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, аминов. Реакции восстановления карбонильных соединений, дисульфидов, иминов. Понятие о переносе гидрид-иона и действие системы НАД<sup>+</sup> - НАДН, ФАД-ФАДН<sup>2</sup>.

20) Поли - и гетерофункциональность как один из признаков органических соединений, участвующих в процессе жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств.

21) Циклизация и хелатообразование - свойства, присущие только поли - и гетерофункциональным соединениям. Особенности во взаимном влиянии функциональных групп в зависимости от относительного расположения.

22) Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин, инозит. Образование хелатных комплексов как качественная реакция на  $\alpha$ -диольный фрагмент.

23) Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Окисление двухатомных фенолов. Система гидрохинон-хинон. Фенолы как антиоксиданты (ловушка свободных радикалов).

24) Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин. Аминоспирты: аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.

25) Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.

26) Угольная кислота и ее производные (уретаны, уреиды кислот, мочевины). Гуанидин. Карбамоилфосфат.

27) Гидрокси - и аминокислоты. Реакция циклизации. Лактоны. Лактамы. Гидролиз лактонов, лактамов. Реакции элиминирования  $\beta$ -гидрокси - и  $\beta$ -аминокислот.

28) Одноосновные (молочная,  $\beta$  - и  $\gamma$ -гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты. Образование лимонной кислоты в результате альдольного присоединения. Представление о строении  $\beta$ -лактамных антибиотиков.

29) Альдегидо - и кетоникислоты: глиоксильная, пировиноградная (фосфоэнолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -оксоглутаровая. Реакции декарбоксилирования  $\beta$ -кетоникислот и окислительного декарбоксилирования  $\alpha$ -кетоникислот. Кетонильная таутомерия.

30) Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства. Салициловая кислота и ее производные (ацетилсалициловая кислота, фенолсалицилат). *p*-аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин). Биологическая роль *p*-аминобензойной кислоты. Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Сульфаниламидные препараты.

31) Гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, индол, пиридин, хинолин. Понятие о строении тетрапиррольных соединений (порфин, гем). Биологически важные производные пиридина - никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.

32) Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол. Имидазол, триазол, пиразин, пиримидин, пурин. Таутомерия на примере имидазола. Пиразолон-5- основа ненаркотических анальгетиков. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли.

33) Алкалоиды. Метилированные ксантины (теобромин, теofilлин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина. Понятие об антибиотиках.

34) Аминокислоты. Входящие в состав белков. Строение. Номенклатура. Стереоизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Классификация с учетом различных признаков: по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.

35) Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Образование внутрикислотных солей. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного). Реакции гидроксирования. Декарбоксилирование  $\alpha$ -аминокислот - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин,  $\beta$ -аланин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота).

36) Пептиды. Строение пептидной группы. Гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Установление первичной структуры пептидов. Определение аминокислотной последовательности. Первичная структура белков. Частичный и полный гидролиз. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины.

37) Углеводы. Моносахариды. Классификация. Стереизомерия моносахаридов. D- и L- стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо - таутомерия. Конформация пиранозных форм моносахаридов.

38) Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза); гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза); дезоксисахаров (2- дезоксирибоза); аminosахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин).

39) Нуклеофильное замещение у аномерного центра в циклических формах моносахаридов. O- и N- гликозиды. Гидролиз гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аminosахаров. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота. Восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит).

40) Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, цикло-оксо - таутомерия. Восстановительные свойства. Гидролиз. Конформационное строение мальтозы и целлобиозы.

41) Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, декстран, целлюлоза. Пектины (полигалактуроновая кислота). Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза). Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитин - сульфаты. Первичная структура. Представление о строении гепарина. Понятие о смешанных биополимерах (пептедогликаны, протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды).

42) Нуклеиновые кислоты. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Ароматические свойства. Лактим-лактаманная таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность нуклеиновых оснований. Водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований.

43) Нуклеозиды. Гидролиз нуклеозидов. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Гидролиз нуклеотидов.

44) Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований (фторурацил, меркаптопурин). Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ. Мутагенное действие азотистой кислоты.

45) Нуклеозидмоно - и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные коферменты. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> - НАДН.

46) Липиды. Омыляемые липиды. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахионовая. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.

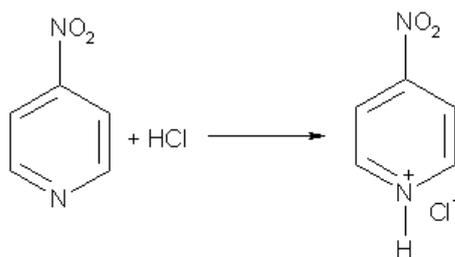
47) Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилколламины и фосфатидилсерины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины)- структурные компоненты клеточных мембран.

48) Сфинголипиды, церамиды, сфингомиелины. Гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).

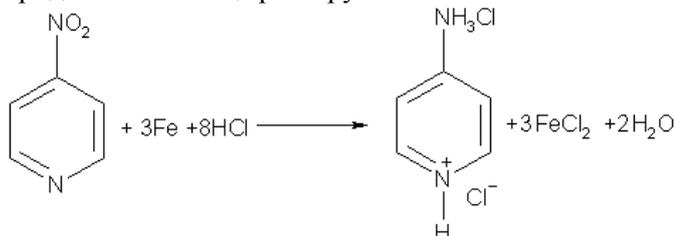
49) Неомыляемые липиды. Терпены. Моно- и бициклические терпены. Лимонен, ментол, камфора. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.

50) Стероиды. Представление об их биологической роли. Стеран, конформационное строение  $5\alpha$ - и  $5\beta$ - стеранового скелета. Углеводороды- родоначальники групп стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестеран. Стероидные гормоны. Эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды. Желчные кислоты. Холевая кислота.

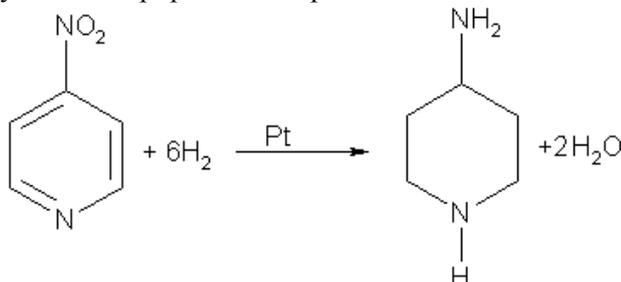




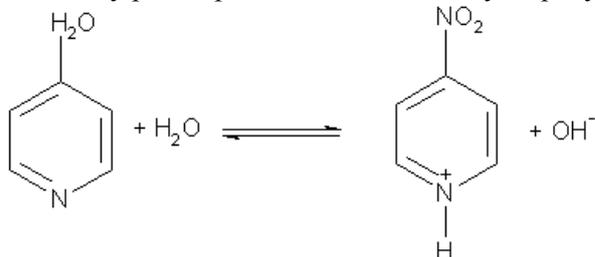
2) Нитрогруппа может быть восстановлена железом в кислой среде, при этом образующаяся аминогруппа и азот в пиридиновом кольце реагируют с соляной кислотой:



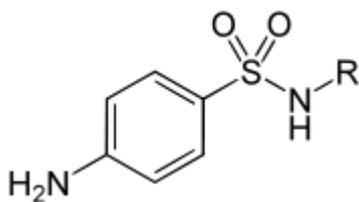
3) При взаимодействии 4-нитропиридина с водородом происходит восстановление нитрогруппы до аминогруппы и гидрирование пиридинового кольца:



Обнаружить 4-нитропиридин в водно-спиртовом растворе можно с помощью лакмуса, поскольку раствор имеет слабощелочную среду:



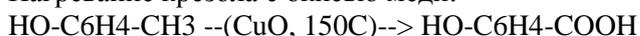
5) Приведите структуру сульфаниламида, дайте название по систематической номенклатуре.  
Решение.



4-аминобензолсульфонамид

6) Предложите схему синтеза салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты из о-крезола.  
Решение.

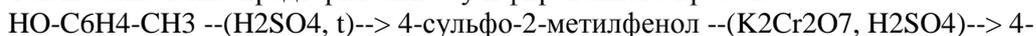
Нагревание крезол с окисью меди:



Окисление воздухом щелочного плава:

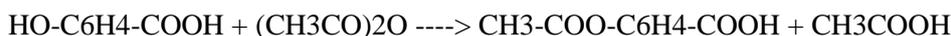


Так же окисление предварительно сульфированного крезола:



4-сульфосалициловая кислота  $\xrightarrow{(\text{HCl}, \text{H}_2\text{O}, t, -\text{H}_2\text{SO}_4)}$  салициловая кислота

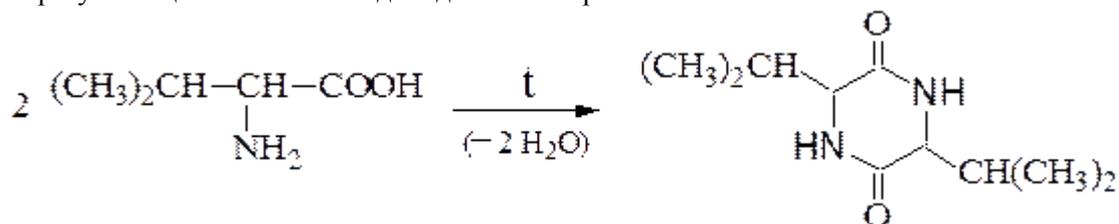
Ацетилсалициловая получается ацилированием салициловой кислоты:



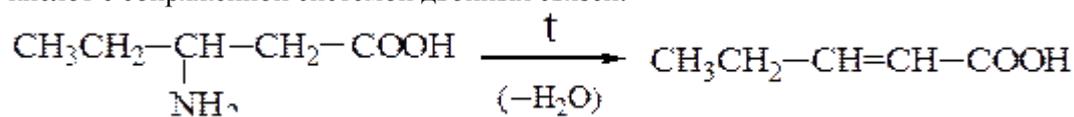
7) Написать реакции внутри- и межмолекулярной конденсации а, в и g аминокислот.

Решение.

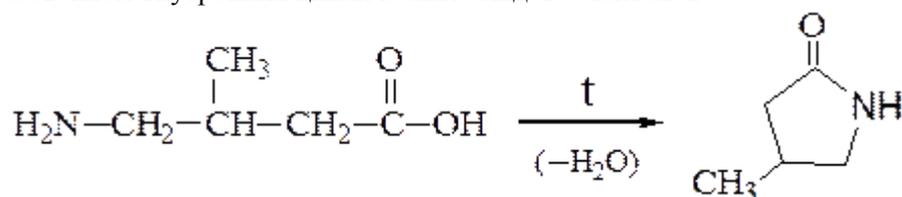
При нагревании аминокислоты разлагаются с образованием различных продуктов в зависимости от их типа. При нагревании **а-аминокислот** в результате межмолекулярной дегидратации образуются циклические амиды - дикетопиперазины:



При нагревании **в-аминокислот** от них отщепляется аммиак с образованием  $\alpha, \beta$ -непредельных кислот с сопряженной системой двойных связей:



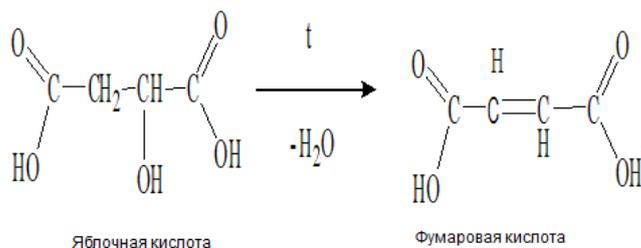
Нагревание **g- и d-аминокислот** сопровождается внутримолекулярной дегидратацией и образованием внутренних циклических амидов – лактамов:



8) Приведите реакцию дегидратации яблочной кислоты, приводящую к образованию в организме фумаровой кислоты.

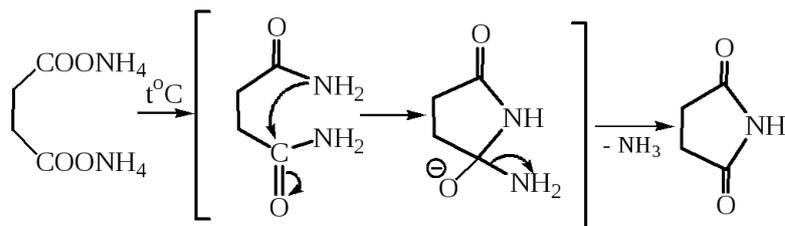
Решение.

### Пример реакции дегидратации

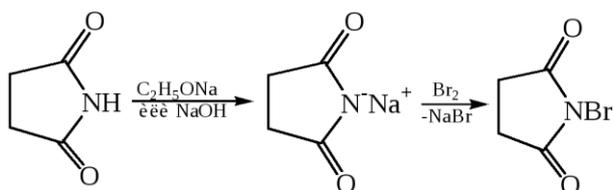


9) Составьте схему синтеза имида янтарной кислоты (сукцинимида). В чем его особенность?

Решение.

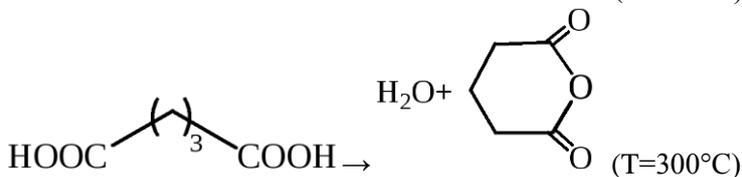
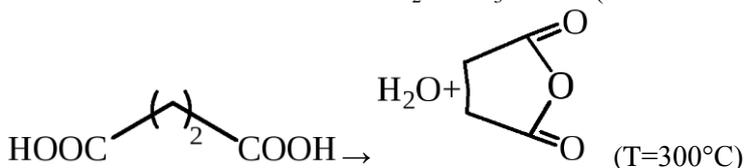
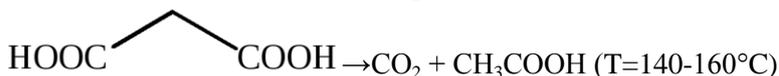
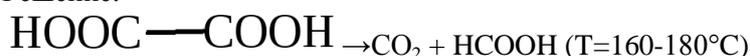


В сукцинимиде атом водорода в иминогруппе обладает значительной протонной подвижностью, что вызвано электроноакцепторным влиянием двух соседних карбонильных групп. На этом основано получение *N*-бром-сукцинимида – соединения, широко используемого в качестве бромлирующего агента для введения брома в аллильное положение:



10) Составьте схема реакций щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой кислот.

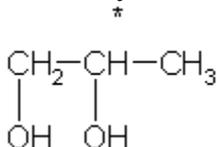
Решение.



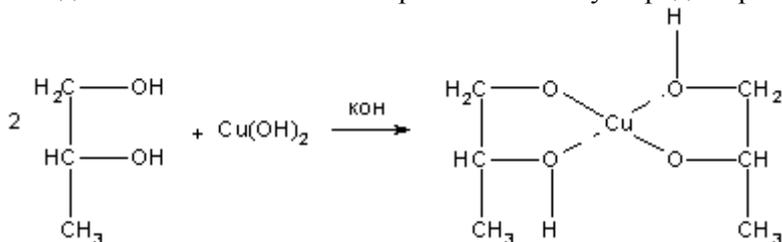
11) Предложите возможную структурную формулу вещества, о котором известно, что оно: а) реагирует с щелочным раствором гидроксида меди (II); б) реагирует с бромоводородной кислотой; в) не реагирует с аммиаком; г) содержит 3 атома углерода; д) оптически активно. Напишите схемы соответствующих реакций и укажите асимметрический атом углерода.

Решение

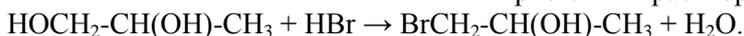
Из а) и б) следует, что вещество может представлять собой двухатомный спирт. Из в) следует, что оно не содержит атомов галогенов и карбоксильной группы. Наконец, один из трех атомов углерода должен иметь 4 разных заместителя (асимметрический атом углерода, обеспечивающий оптическую активность, т.е. существование оптических изомеров). Возможная формула вещества:



Звездочкой обозначен асимметрический атом углерода. Уравнения реакций:



ярко-синий раствор



Заключение: пропандиол-1,2.

12) Приведите схему синтеза уксусной кислоты из этилового спирта, укажите признак последней реакции.

Решение.



13) Приведите схему синтеза бензойной кислоты из метана.

Решение.



$3C_2H_2 = C_6H_6$  (тримеризация ацетилен при температуре 600 град. Цельсия и при пропускании через активированный уголь; Реакция Зелинского)

Затем по схеме 2 получим:

$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$  (реакция идет на свету - фотохимическая, механизм - свободнорадикальный)

$C_6H_6 + CH_3Cl = C_6H_5-CH_3 + HCl$  (алкилирование по Фриделю-Крафтсу, катализатор - хлорид алюминия)

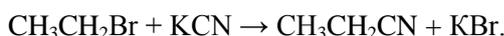
$5C_6H_5CH_3 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 = 5C_6H_5COOH + 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 14H_2O$  (реакция идет при нагревании)

14) Как можно получить пропионовую кислоту из бромэтана?

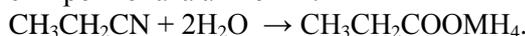
Решение.



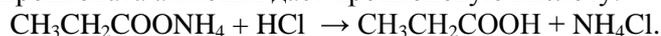
В молекуле пропионовой кислоты содержится три атома углерода, а в молекуле бромэтана — два. Дополнительный атом углерода можно ввести в состав молекулы, используя реакцию замещения с цианидом калия:



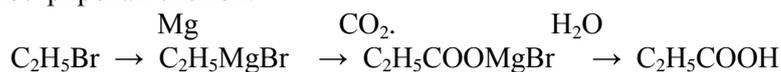
В этой реакции образуется нитрил пропионовой кислоты (этилцианид), который гидролизуется при нагревании с образованием пропионата аммония:



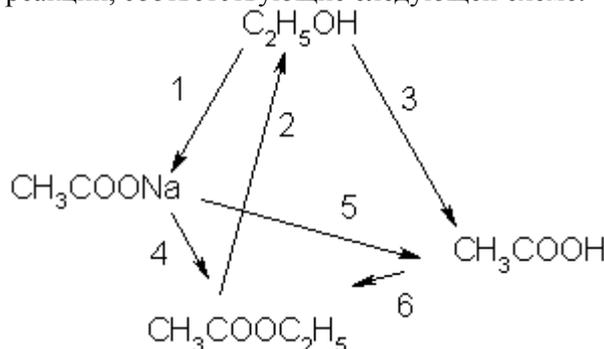
Подкисление раствора пропионата аммония дает пропионовую кислоту:



Другой способ решения этой задачи связан с использованием магнийорганических соединений и может быть проиллюстрирован схемой:

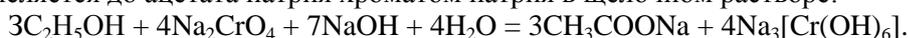


15) Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:

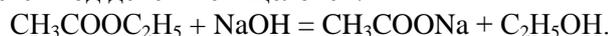


Решение.

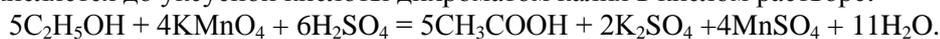
1) Этанол окисляется до ацетата натрия хроматом натрия в щелочном растворе:



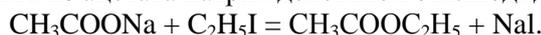
2) Этилацетат гидролизуется под действием щелочей:



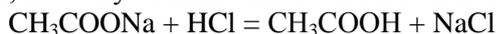
3) Этанол окисляется до уксусной кислоты дихроматом калия в кислом растворе:



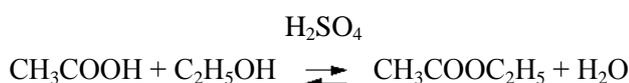
4) Этилацетат можно получить из ацетата натрия действием этилиодида:



5) Уксусная кислота — слабая, поэтому сильные кислоты вытесняют ее из ацетатов:



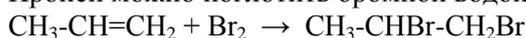
6) Сложный эфир образуется при нагревании уксусной кислоты с этанолом в присутствии серной кислоты:



16) С помощью каких химических реакций можно очистить пропан от примеси пропена?

Решение.

Пропен можно поглотить бромной водой:





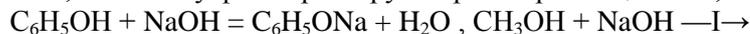
общий ряд кислотности выглядит следующим образом: 2,4,6-трихлорфенол > 4-хлорфенол > фенол > 2,4-диметилфенол > циклогексильный спирт.

19) Расположите в порядке возрастания кислотности следующие вещества: фенол, сернистая кислота, метанол. Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие правильность выбранной последовательности.

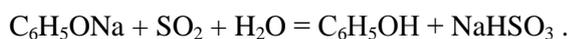
Решение

Правильный ряд выглядит так:  $\text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} < \text{H}_2\text{SO}_3$ .

Фенол сильнее метанола, поскольку фенол реагирует с растворами щелочей, а метанол — нет:



Далее воспользуемся правилом, согласно которому более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей.



Заключение: Фенол вытесняется сернистой кислотой из фенолята натрия, следовательно, сернистая кислота сильнее фенола.

20) Укажите вид и знаки электронных эффектов хлора в молекулах хлорбензола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl}$  и хлористого бензила  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-Cl}$ . Изобразите эффекты графически.

Решение.

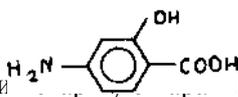
В молекуле хлорбензола атом хлора проявляет –I-эффект из-за большей электроотрицательности хлора по сравнению с углеродом. Графическое изображение –I-эффекта атома хлора Cl. Кроме того, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет мезомерный эффект. Это становится понятным, если допустить, что атом хлора находится в  $sp^2$ -гибризованном состоянии, и неподеленная пара электронов на негибризованной p-орбитали частично смещена в сторону бензольного кольца в результате образования единой сопряженной восьмиэлектронной орбитали Cl 30. Следовательно, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет как –I-эффект, так и +M-эффект, что графически изображается следующим образом: Cl. Установлено, что у атома хлора –I-эффект больше, чем +M-эффект; поэтому атом хлора является электроноакцепторным заместителем. В молекуле хлористого бензила хлор проявляет только отрицательный индуктивный эффект (-I). Мезомерный эффект хлора в этой молекуле не проявляется, потому что атом хлора отделен от бензольного кольца двумя простыми  $\sigma$ -связями и его неподеленная электронная пара не может вступать в сопряжение с  $\pi$ -электронной системой бензольного кольца CH<sub>2</sub> Cl. В молекуле хлористого бензила атом хлора является электроноакцепторным заместителем.

21) Укажите вид и знаки электронных эффектов карбоксильной группы в пропановой  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  и акриловой  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$  кислотах. Изобразите эффекты графически.

Решение.

В молекуле пропановой кислоты карбоксильная группа –COOH проявляет отрицательный индуктивный эффект (-I). Это объясняется сильной поляризацией связи  $\text{C} = \text{O}$  и  $\text{C} - \text{O}$  под влиянием более электроотрицательного атома кислорода. Графическое изображение –I-эффекта  $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2 \rightarrow \text{C}(\text{OH}) = \text{O}$  или  $\text{OH} \text{ CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ C} \text{ O} \text{ OH}$ . Карбоксильная группа в пропановой кислоте является электроноакцепторным заместителем. В молекуле акриловой кислоты –I-эффект карбоксильной группы сохраняется. Кроме того, в молекуле акриловой кислоты имеются две двойные связи,  $\text{C} = \text{C}$  и  $\text{C} = \text{O}$ , разделенные одной простой связью  $\text{C} - \text{C}$ . Поэтому возможно  $\pi, \pi$ -сопряжение  $\text{C} = \text{C} \text{ C} = \text{O}$  -сопряжение. Следовательно, карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты проявляет также и мезомерный эффект, который является отрицательным (-M) из-за поляризации двойных связей в сторону более электроотрицательного атома кислорода. Графически M-эффект изображается изогнутыми стрелками  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{C} \text{ O} \text{ OH}$ . Таким образом, в результате суммарного действия –I- и –M-эффектов электронная плотность на  $\text{CH}_2 =$  фрагменте молекулы акриловой кислоты понижена ( $\delta^+$ ), а на атоме кислорода  $\text{C} = \text{O}$  связи, наоборот, повышена ( $\delta^-$ ). Общее распределение электронной плотности в молекуле акриловой кислоты с учетом –I- и –M-эффектов можно изобразить графически следующим образом:  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \text{ O} \text{ OH}$  или  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{OH} \text{ C} \text{ O} \text{ OH}$ . Карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты является сильным электроноакцепторным заместителем.

22) К группе противотуберкулезных средств относится парааминосалициловая кислота (ПАСК):

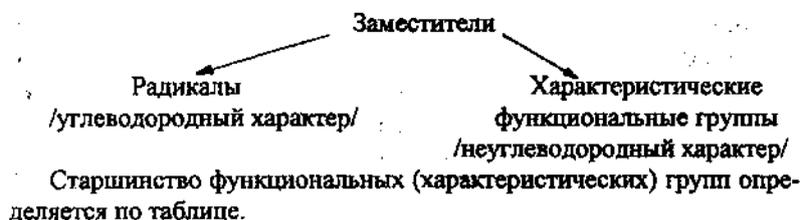


Определите в этом соединении эристическую группу и выделите родоначальную структуру, назовите соединение по МН.

Решение

Органическая химия - это химия углеводородов и их производных. Исходя из этого, систематическая (международная) номенклатура это, фактически, заместительная номенклатура. Выбор родоначальной (исходной) структуры и определение старшинства заместителей, связанных с ней основные операции при построении названия органических соединений по заместительной номенклатуре.

**ЗАМЕСТИТЕЛИ - СТРУКТУРНЫЕ ФРАГМЕНТЫ, ЗАМЕНЯЮЩИЕ ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО АТОМОВ ВОДОРОДА В УГЛЕВОДОРОДЕ.**



**РОДОНОЧАЛЬНАЯ (ИСХОДНАЯ) СТРУКТУРА - ТА ЧАСТЬ СОЕДИНЕНИЯ, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СТАРШИХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ГРУПП.**

Родоначальной структурой может быть открытая углеродная цепь (главная цепь), карбоциклы или гетероциклы. Желательно, чтобы главная цепь включала возможно большее число атомов углерода и для непредельных соединений была максимально ненасыщенной.

*n*-Аминосалициловая кислота является гетерофункциональным («гетерос» - разный) соединением, так как в ее состав входят различные функциональные группы - карбоксильная - COOH, гидроксильная -OH и аминогруппа -NH<sub>2</sub>. Из них старшей характеристической группой по данным таблицы будет карбоксильная группа.

Родоначальной (исходной структурой), к которой примыкает максимальное число заместителей, в данном случае является бензольное ядро.

Родоначальная структура - бензольное ядро, соединенное со старшей характеристической группой - карбоксильной - образует бензолкарбонов...

Для этого соединения наиболее принятым является название бензойная кислота. Это название, наряду с названием толуол, фенол, анилин, разрешено к употреблению правилами заместительной номенклатуры ИЮПАК при построении названий соединений. Учитывая это, а так же то, что младшие характеристические группы перечисляются в алфавитном порядке *n*-аминосалициловую кислоту можно назвать 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

**Заключение:** *n*-аминосалициловая кислота по МН называется 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

23) В состав аэрозольного препарата «Ливиан», применяемого для лечения ожогов, входит масло лаванды, одним из компонентов которого является гераниол  $H_3C-C(CH_3)=CH-CH_2-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2OH$ . Назовите соединение по заместительной (систематической) номенклатуре ИЮПАК.

Решение

Общепринятой в настоящее время является заместительная (систематическая) номенклатура ИЮПАК, которую часто еще называют международной номенклатурой (МН). Для построения названия по МН используются следующие операции:

1. Выбор исходной структуры и определение старшинства заместителей.
2. Нумерация исходной структуры с учетом того, что старшие функции должны получить наименьшие номера.
3. Построение названия. Название соединения строится по следующей схеме:

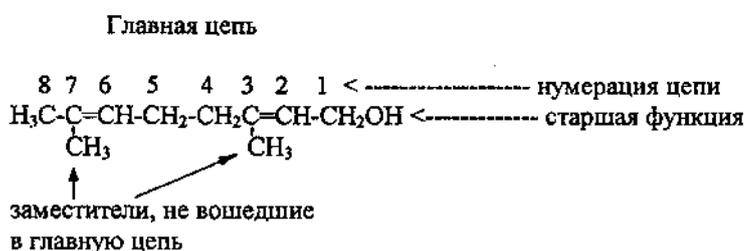
Пишутся слитно с основанием:		
ПРЕФИКС	КОРЕНЬ	СУФФИКС
-названия радикалов и нестарших функций,	-название исходной структуры	-название кратных связей и старших функций

Для одинаковых заместителей и кратных связей используются умножающие приставки: ди-, три-, тетра-, и т.д.

При перечислении названий радикалов и нестарших функций в алфавитном порядке, учитывают начальную букву самого заместителя, а не приставки перед ним. Например, «диэтил» в алфавитном порядке после «метил».

Для указания положения заместителей и кратных связей перед префиксами и после суффиксов ставят цифры, которые отделяют друг от друга запятыми, а от названия - черточкой.

Гераниол является ненасыщенным спиртом. Он принадлежит к особой группе органических соединений, называемых терпенами. В состав молекулы гераниола входят две двойные связи и OH-группа, которая является старшей характеристической группой (см. таблицу).

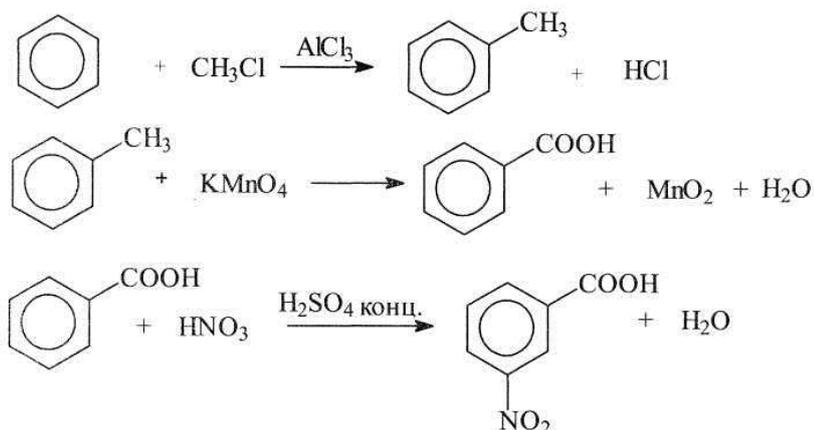


Исходной структурой в гераниоле будет углеродная цепь из 8 атомов углерода (октан), а так как она содержит старшую функцию (OH-группа у C-1) и две двойные связи после C-2 и C-6, то добавляется окончание «диен-2,6-ол-1» взамен «ан» у октана и включаются в название два метальных радикала у C-3 и C-7 «3,7-диметил».

Заключение. Гераниол называется 3,7-диметилоктадиен-2,6-ол-1.

24) Написать схему получения *m*-нитробензойной кислоты из ацетилен.

Решение:



25) Сравните реакционную способность хлорэтена, этенкарбоновой кислоты и тетраметилэтилена в  $A_E$ -реакциях. Ответ объясните, расположите соединения в порядке уменьшения реакционной способности.

Решение.

Реакционная способность в реакциях  $A_E$  зависит от наличия заместителей при двойной связи в молекуле субстрата: электронодонорные заместители увеличивают реакционную способность, электроакцепторные заместители наоборот, уменьшают реакционную способность. Поэтому соединения надо расположить в следующем ряду: тетраметилэтилен, хлорэтен, этенкарбоновая кислота.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

4.1. Перечень компетенций, планируемых результатов обучения и критериев оценивания освоения компетенций

Формируемая компетенция	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы) по пятибалльной шкале				
			1	2	3	4	5
ОПК-7	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	<b>Знать:</b> основные физико-химические, математические и иные естественнонаучные понятия и методы, которые могут использоваться при освоении дисциплины	Отсутствие знаний основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов, которые могут использоваться при освоении дисциплины	Фрагментарные знания основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов, которые могут использоваться при освоении дисциплины	Общие, но не структурированные знания основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов, которые могут использоваться при освоении дисциплины	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов, которые могут использоваться при освоении дисциплины	Сформированные систематические знания основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов, которые могут использоваться при освоении дисциплины
		<b>Уметь:</b> решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности с привлечением физико-химических, математических и иных	Отсутствие умений решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности с привлечением физико-химических,	Частично освоенные умения решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности с привлечением физико-	В целом успешно, но не систематически пользоваться умениями решать прикладные задачи в области	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы умения решать прикладные задачи в	Сформированное умение решать прикладные задачи в области профессиональной деятельности с привлечением физико-химических,

		естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний	математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний	химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний	профессиональной деятельности с привлечением физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний	области профессиональной деятельности с привлечением физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний	математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний
		<b>Владеть:</b> методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний в рамках изучаемой дисциплины	Отсутствие навыков владения методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях медицинских	Фрагментарное применение навыков владения методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях	В целом успешное, но не систематическое и проявляемое владение методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении	Успешное и систематически применяемые навыки владения методологией использования физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач в различных отраслях

			знаний в рамках изучаемой дисциплины	медицинских знаний в рамках изучаемой дисциплины	различных отраслях медицинских знаний в рамках изучаемой дисциплины	профессиональных задач в различных отраслях медицинских знаний в рамках изучаемой дисциплины	медицинских знаний в рамках изучаемой дисциплины
--	--	--	--------------------------------------	--	---	--	--

## 4.2 Шкала, и процедура оценивания

### 4.2.1. процедуры оценивания компетенций (результатов)

№	Компоненты контроля	Характеристика
1.	Способ организации	традиционный;
2.	Этапы учебной деятельности	Текущий контроль, промежуточная аттестация
3.	Лицо, осуществляющее контроль	преподаватель
4.	Массовость охвата	Групповой, индивидуальный;
5.	Метод контроля	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устное реферативное сообщение

### 4.2.2. Шкалы оценивания компетенций (результатов освоения)

#### Для устного ответа:

- Оценка "отлично" выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, причем не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "хорошо" выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
- Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями излагает материал.
- Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут изложить без ошибок, носящих принципиальный характер материал, изложенный в обязательной литературе.

#### Для стандартизированного тестового контроля:

Оценка «отлично» выставляется при выполнении без ошибок более 90 % заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении без ошибок более 70 % заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок более 50 % заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок менее 50 % заданий.

#### Для оценки доклада/устного реферативного сообщения:

- Оценка «отлично» выставляется, если реферативное сообщение/доклад соответствует всем требованиям оформления, представлен широкий библиографический список. Содержание отражает собственный аргументированный взгляд студента на проблему. Тема раскрыта всесторонне, отмечается способность студента к интегрированию и обобщению данных первоисточников, присутствует логика изложения материала. Имеется иллюстративное сопровождение текста.
- Оценка «хорошо» выставляется, если реферативное сообщение/доклад соответствует всем требованиям оформления, представлен достаточный библиографический список. Содержание \ отражает аргументированный взгляд студента на проблему, однако отсутствует собственное видение проблемы. Тема раскрыта всесторонне, присутствует логика изложения материала.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если реферативное сообщение/доклад не полностью соответствует требованиям оформления, не представлен достаточный библиографический список. Аргументация взгляда на проблему не достаточно убедительна и не охватывает полностью современное состояние проблемы. Вместе с тем присутствует логика изложения материала.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если тема реферативного сообщения/доклада не раскрыта, отсутствует убедительная аргументация по теме работы, использовано не достаточное для раскрытия темы реферативного сообщения количество литературных источников.

#### Для оценки решения ситуационной задачи:

Оценка «отлично» выставляется, если задача решена грамотно, ответы на вопросы сформулированы четко. Эталонный ответ полностью соответствует решению студента, которое хорошо обосновано теоретически.

Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена, ответы на вопросы сформулированы не достаточно четко. Решение студента в целом соответствует эталонному ответу, но не достаточно хорошо обосновано теоретически.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена не полностью, ответы не содержат всех необходимых обоснований решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

#### **4. 3. Шкала и процедура оценивания промежуточной аттестации**

##### **Критерии оценки экзамена (в соответствии с п.4.1):**

Оценка «отлично» выставляется, если при ответе на все вопросы билета студент демонстрирует полную сформированность заявленных компетенций отвечает грамотно, полно, используя знания основной и дополнительной литературы.

Оценка «хорошо» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует сформированность заявленных компетенций, грамотно отвечает в рамках обязательной литературы, возможны мелкие единичные неточности в толковании отдельных, не ключевых моментов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует частичную сформированность заявленных компетенций, нуждается в дополнительных вопросах, допускает ошибки в освещении принципиальных, ключевых вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета у студента отсутствуют признаки сформированности компетенций, не проявляются даже поверхностные знания по существу поставленного вопроса, плохо ориентируется в обязательной литературе.